

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-335869

(43)Date of publication of application : 17.12.1993

(51)Int.Cl.

H03H 7/40  
H01L 21/302  
// C23C 14/34

(21)Application number : 04-136830

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 28.05.1992

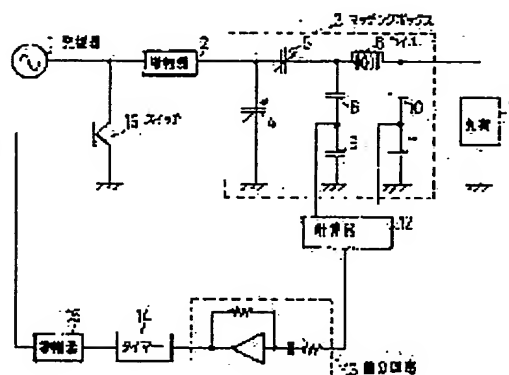
(72)Inventor : KATO TSUTOMU  
HIDAKA SHINTARO

## (54) HIGH FREQUENCY DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To realize a high frequency device by which production of arc discharge is detected accurately and the arc discharge is stopped.

CONSTITUTION: A computer 12 obtains a current  $I$  flowing to a load 7 and the current is fed to a differentiation circuit 13. When flow discharge of the load 7 is transited to arc discharge, the current flowing to the load is momentarily increased and the differentiation circuit 13 generates a pulsive signal based on the current change. A timer 14 uses the pulsive signal from the differentiation circuit 13 as a trigger signal to generate a high level signal for a prescribed period (several seconds). Since a switch 16 is used to supply a signal from the oscillator 1 to earth for a period when the high level signal is supplied, the supply of a high frequency power to the load 7 is tentatively stopped, resulting that arc discharge is stopped.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 3 H 7/40

9184-5J

H 0 1 L 21/302

8518-4M

// C 2 3 C 14/34

9046-4K

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号

特願平4-136830

(22)出願日

平成4年(1992)5月28日

(71)出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号

(72)発明者 加藤 努

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本

電子株式会社内

(72)発明者 日高 晋太郎

東京都昭島市武蔵野3丁目1番2号 日本

電子株式会社内

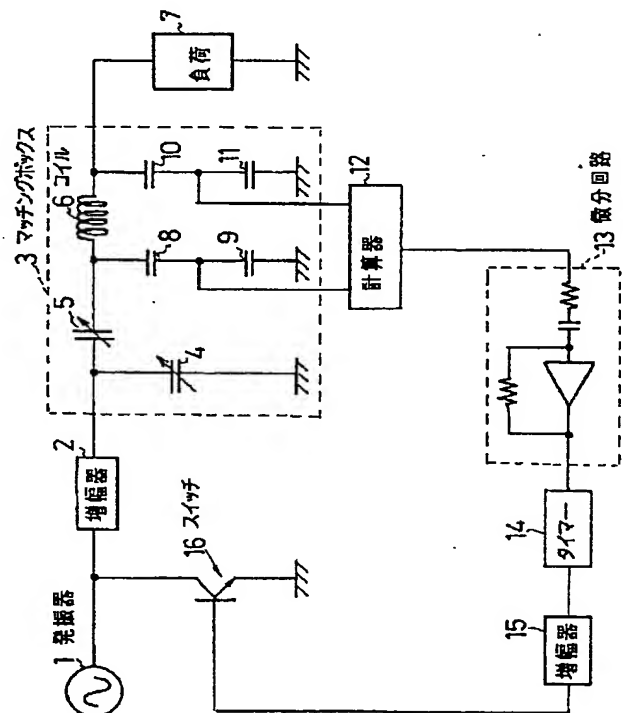
(74)代理人 弁理士 井島 藤治 (外1名)

## (54)【発明の名称】 高周波装置

## (57)【要約】

【目的】 正確にアーク放電の発生を検知し、アーク放電を停止させることができる高周波装置を実現する。

【構成】 計算器12は、負荷7に流れ込む電流Iを求め、この値を微分回路13に供給する。ここで、負荷7においてグロー放電からアーク放電に移行すると、瞬間的に負荷に流れる電流が増加するが、微分回路13はこの電流変化に基づいてパルス状の信号を発生する。タイマー14は微分回路13からのパルス状の信号をトリガーとして一定期間(数秒間)、ハイレベル信号を発生する。スイッチ16では、ハイレベル信号が供給されている期間、発振器1からの信号を導通状態としてアースに流すため、負荷7への高周波電力の供給は一時的に停止され、その結果、アーク放電は停止する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 高周波電源と、高周波電源からの高周波電力が供給される負荷と、電源と負荷との間に配置され、コンデンサとコイルとから成るマッチングボックスと、負荷に流れる電流を求める計算手段と、負荷電流の変化により所定時間高周波電源から負荷への高周波の供給を制御する手段とより成る高周波装置。

【請求項 2】 前記計算手段は、マッチングボックスのコイルの両端間の電位と位相とに基づいて負荷に流れる電流を計算するようにした請求項 1 記載の高周波装置。

【請求項 3】 前記計算手段は、マッチングボックスの入力側の電圧と電流とに基づいて負荷に流れる電流を計算するようにした請求項 1 記載の高周波装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【産業上の利用分野】 本発明は、アーク放電の影響を著しく少なくした高周波スパッタリング装置やエッチング装置などの高周波装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 高周波スパッタリング装置では、2 枚の電極間に高周波を印加し、一方の電極（試料）をスパッタリングし、試料表面のクリーニングなどを行っている。また、別の高周波装置では、2 枚の電極間に高周波を印加し、一方の電極からスパッタされた粒子を電極に接近して配置された基板上に付着させるようにしている。このような高周波装置では、2 枚の電極間でグロー放電を発生させて一方の電極のスパッタリングなどを行っているが、例えば、一方の電極である試料のクリーニングを行う際、最初の 1 分間はスパッタの量を多くして表面を多く削るために高周波電力を上昇させ、次の 1 分間は試料を薄く削るために高周波電力を低くする制御を行っている。そのような場合、高周波電力の切替のときに、負荷が変動し、グロー放電からアーク放電へと移行し、比較的大きな電流が両電極間に流れ、試料がダメージを受ける。このようなアーク放電は、試料に微小な突起がある場合にもその部分の放電がきっかけとなって発生する場合もある。

**【0003】**

【発明が解決しようとする課題】 上記のように、アーク放電が発生すると、試料がダメージを受けるため、速やかにアーク放電を停止させねばならない。そのため、従来では、カレントトランスを設け、このカレントトランスによりアーク放電の発生に伴う電流の変化を検出し、負荷への高周波電力を停止させるか電力を下げるようにしている。しかしながら、高周波電流が数十アンペアの大電流であるため、大きめのカレントトランスを用いてもアーク放電の発生を検知できない場合が生じている。

【0004】 本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、正確にアーク放電の発生を検出し、アーク放電を停止させることができる高周波装置を

実現するにある。

**【0005】**

【課題を解決するための手段】 本発明に基づく高周波装置は、高周波電源と、高周波電源からの高周波電力が供給される負荷と、電源と負荷との間に配置され、コンデンサとコイルとから成るマッチングボックスと、負荷に流れる電流を求める計算手段と、負荷電流の変化により所定時間高周波電源から負荷への高周波の供給を制御する手段とより成ることを特徴としている。

**【0006】**

【作用】 マッチングボックス内のコイルの間の電位差と位相差を検出し、それに基づいて負荷電流を求め、負荷電流の変化により高周波の負荷への供給を制御し、アーク放電を停止させる。

**【0007】**

【実施例】 以下、図面を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施例を示しており、1 は高周波発振器である。高周波発振器 1 からの高周波は、増幅器 2 を介してマッチングボックス 3 に供給される。マッチングボックス 3 はマッチングコンデンサ 4、チューニングコンデンサ 5、コイル 6 から構成されている。マッチングボックス 3 からの高周波は、負荷 7 に供給される。8、9、10、11 はコイル 6 の両端間の電位を検出するための分割コンデンサであり、コイル 6 の一方の端部の電位に比例した信号はコンデンサ 8 と 9 の中間部から得られ、コイルの他方の端部の電位に比例した信号はコンデンサ 10 と 11 の中間部から得られる。各コンデンサの中間点の信号は計算器 12 に供給され、この計算器 12 において後述する負荷に流れる電流が求められる。

【0008】 13 は微分回路であり、計算器 12 で求められた負荷 7 に流れる電流の変化を検出する。微分回路 13 の出力は、タイマー 14 に供給され、タイマー 14 は微分回路 13 の出力に応じて一定期間ハイレベル信号を発生する。15 は増幅器であり、タイマー 14 からの信号を増幅してスイッチ手段 16 に供給する。スイッチ手段 16 は、高周波発振器 1 の出力側に接続されており、タイマー 14 の出力がハイレベルの間スイッチ手段 16 を導通状態とし、高周波発振器 1 の出力側を接地する。このような構成の動作を次に説明する。

【0009】 高周波発振器 1 からの高周波電力は、増幅器 2 によって増幅され、負荷 7 に印加される。その際、高周波発振器と負荷側のインピーダンスを整合させ、効率よく高周波を負荷 7 に供給するため、マッチングボックス 3 内のマッチングコンデンサ 4、チューニングコンデンサ 5 を調整し、インピーダンスマッチングを行う。ここで、マッチングボックス 3 内のコイル 6 の両端間の電位差から負荷 7 に流れる電流を求める方法について述べる。

【0010】 図 2 はマッチングボックス 3 と負荷 7 との

等価回路であり、図1と同一部分は同一番号が付されている。負荷7はコンデンサ17と抵抗18とから成る。コイル6の両端の電位をV2、V3とし、負荷に流れる電流をIとする。このような等価回路における電圧V2、V3、電流Iのベクトル図を図3に示す。

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{V_1}{V_2}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{V_1}{V_3}$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2$$

$$= \cos^{-1} \left[ \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_3} - \sqrt{\left[1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2\right] \left[1 - \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2\right]} \right]$$

【0013】その結果、V1は次式で表される。

【0014】

【数2】

$$V_1 = \sqrt{\frac{(\cos \theta)^2 - 1}{\frac{2 \cos \theta}{V_2 \cdot V_3} - \left( \frac{1}{V_2^2} + \frac{1}{V_3^2} \right)}}$$

【0015】次に図2の回路におけるコイル6の両端の電位V2、V3の電位差xは次式で表される。

【0016】

【数3】

$$x = \sqrt{V_3^2 - V_1^2} + \sqrt{V_2^2 - V_1^2}$$

【0017】上式より、負荷7に流れ込む電流Iは次のようになる。

【0018】

【数4】

$$I = \frac{x}{\omega L} = \frac{1}{\omega L} \left( \sqrt{V_3^2 - V_1^2} + \sqrt{V_2^2 - V_1^2} \right)$$

【0019】計算器12は、この式に基づいて負荷7に流れ込む電流Iを求め、この値を微分回路13に供給する。ここで、負荷7においてグロー放電からアーク放電に移行すると、瞬間的に負荷に流れる電流が増加するが、微分回路13はこの電流変化に基づいてパルス状の信号を発生する。タイマー14は微分回路13からのパルス状の信号をトリガーとして一定期間（数秒間）、ハイレベル信号を発生する。このハイレベル信号は増幅器15を介してスイッチ16に供給される。スイッチ16では、ハイレベル信号が供給されている期間、発振器1からの信号を導通状態としてアースに流すため、負荷7への高周波電力の供給は一時的に停止され、その結果、アーク放電は停止する。一定期間終了後、スイッチ16へのハイレベル信号の供給が停止されると、再びスイッチ16は遮断状態となり、高周波電力が負荷7に供給されることから、グロー放電による正常な運転が再開され

【0011】まず、負荷のインピーダンスを求める過程を説明する。図3のベクトル図から次の式が導かれる。

【0012】

【数1】

る。

【0020】上記した実施例では、コイル6の両端間の電位差と位相とによって負荷に流れる電流を計算したが、マッチングボックス3の入力側の電圧V0、電流I0とによって負荷電流を計算することもできる。ここで、マッチングボックス3の入力側の電圧V0、電流I0、コンデンサ4に流れる電流I1、負荷に流れる電流I2(=I)のベクトル図を図4、図5に示す。図4は電流I0の位相が電圧V0の位相より先行している場合、図5はその逆の場合であり、これらの図においてθは電圧V0と電流I0との位相差である。これらのベクトル図から次式が導かれる。

【0021】

【数5】

5

6

$$\cos \theta = \frac{a}{I_0} \quad a = I_0 \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{b}{I_0} \quad b = I_0 \sin \theta$$

$$c + b = I_1 \quad c = I_1 - b$$

$$\tan \theta_1 = \frac{c}{a} \quad \theta_1 = \tan^{-1} \frac{c}{a}$$

$$\cos \theta_1 = \frac{a}{I_2} \quad I_2 = \frac{a}{\cos \theta_1}$$

$$I_2 = \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{c}{a} \right)}$$

$$= \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{I_1 - b}{I_0 \cdot \cos \theta} \right)}$$

$$= \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{V_0 \omega c_1 - I_0 \sin \theta}{I_0 \cdot \cos \theta} \right)}$$

【0022】計算器12は上式によって負荷電流を求め、その値を微分回路13に供給することから、この実施例でもアーク放電の発生を瞬時に検出でき、アーク放

電を停止させた後、正常なグロー放電による運転を行うことができる。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に基づく高周波装置は、マッチングボックス内のコイル素子の両端間の電位差とその位相差を検出し、それに基づいて負荷電流を求め、負荷電流の変化により高周波の負荷への供給を制御し、アーク放電を停止させるように構成したので、正確にアーク放電の発生を検知し、アーク放電を停止させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である高周波装置を示す図である。

【図2】マッチングボックスと負荷の等価回路を示す図である。

【図3】図2の回路における電圧 $V_2$ 、 $V_3$ 、電流 $I$ のベクトル図を示す図である。

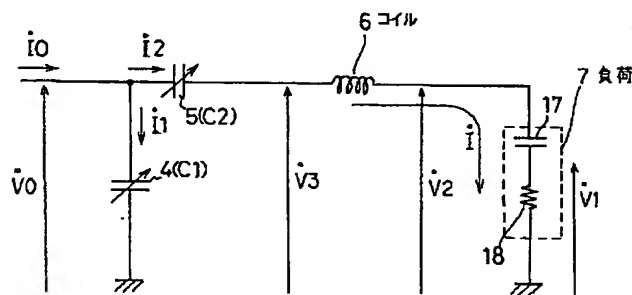
【図4】図2の回路における電圧 $V_0$ 、電流 $I_0$ 、電流 $I_1$ 、 $I_2$ のベクトル図を示す。

【図5】図2の回路における電圧 $V_0$ 、電流 $I_0$ 、電流 $I_1$ 、 $I_2$ のベクトル図を示す。

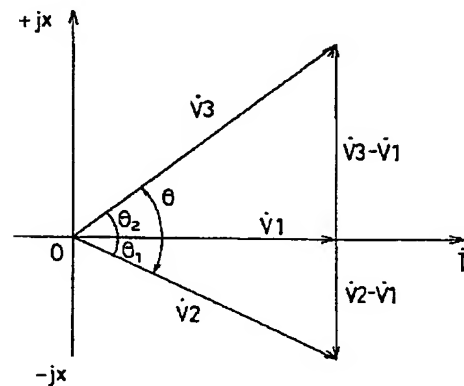
【符号の説明】

- 1 高周波発振器
- 2 増幅器
- 3 マッチングボックス
- 7 負荷
- 12 計算器
- 13 微分回路
- 14 タイマー
- 15 増幅器
- 16 スイッチ

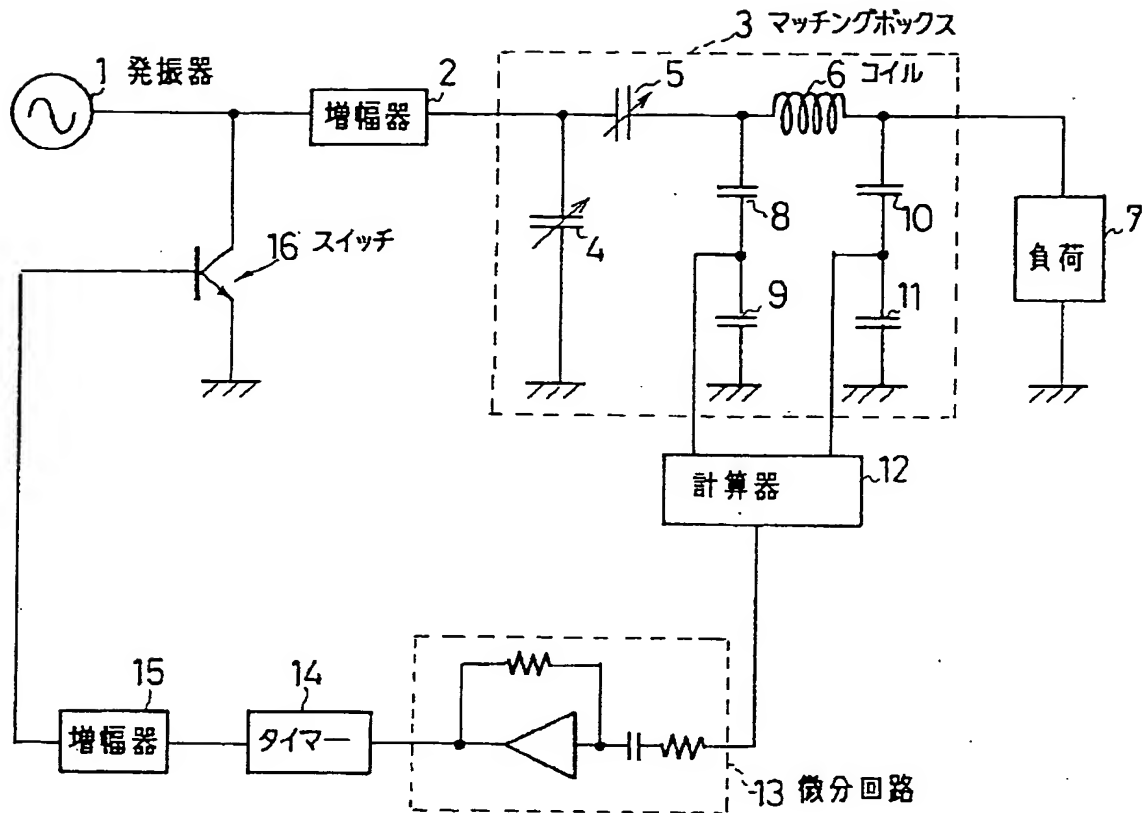
【図2】



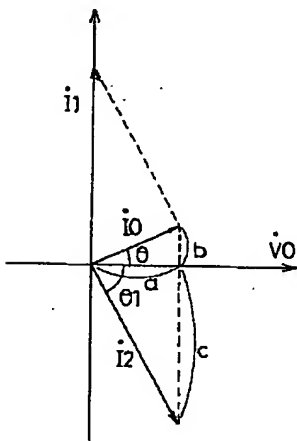
【図3】



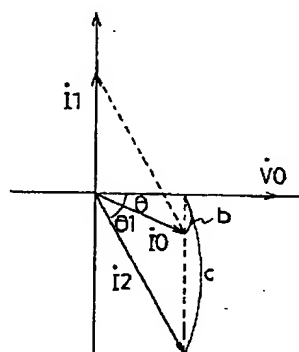
【図1】



【図4】



【図5】



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] RF equipment which consists of the matching box which is arranged between an RF generator, the load with which the high-frequency power from an RF generator is supplied, and a power source and a load, and consists of a capacitor and a coil, a count means to search for the current which flows for a load, and a means to control supply of the RF from a predetermined time RF generator to a load by change of the load current.

[Claim 2] Said count means is RF equipment according to claim 1 which calculated the current which flows for a load based on the potential and the phase between the ends of the coil of a matching box.

[Claim 3] Said count means is RF equipment according to claim 1 which calculated the current which flows for a load based on the electrical potential difference and current of an input side of a matching box.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to high frequency equipments which lessened effect of arc discharge remarkable, such as RF-sputtering equipment and an etching system.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the RF sputtering system, a RF is impressed to inter-electrode [ of two sheets ], sputtering of one electrode (sample) is carried out, and cleaning on the front face of a sample etc. is performed. Moreover, he impresses a RF to inter-electrode [ of two sheets ], and is trying to make the particle by which the spatter was carried out from one electrode adhere with another RF equipment on the substrate which approached the electrode and has been arranged. In case the sample which is one electrode is cleaned for example, in order to make [ many ] the amount of a spatter for [ of the beginning ] 1 minute and to delete many front faces, high-frequency power is raised, and although glow discharge is generated in inter-electrode [ of two sheets ] and sputtering of one electrode etc. is performed with such RF equipment, in order to delete a sample thinly, control which makes high-frequency power low is performed for [ of a degree ] 1 minute. in such a case, the time of the change of high-frequency power -- a load -- changing -- the arc discharge from glow discharge -- \*\* -- it shifts, a comparatively big current flows between two electrodes, and a sample receives a damage. Discharge of the part may serve as a cause and such arc discharge may be generated, also when a sample has a minute projection.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, if arc discharge occurs, in order that a sample may receive a damage, arc discharge is stopped promptly, and if it is \*\*\*\*, there is nothing. Therefore, a current transformer is formed, this current transformer detects change of the current accompanying generating of arc discharge, and he stops the high-frequency power to a load, or is trying to lower power in the former. However, since the high frequency current is a high current which is dozens of A, the case where generating of arc discharge is undetectable even if it uses a larger current transformer has arisen.

[0004] This invention was made in view of such a point, and the object detects generating of arc discharge to accuracy, and is to realize the RF equipment which can be made to suspend arc discharge.

[0005]

[Means for Solving the Problem] The RF equipment based on this invention is arranged between an RF generator, the load with which the high-frequency power from an RF generator is supplied, and a power source and a load, and is characterized by consisting of the matching box which consists of a capacitor and a coil, a count means to search for the current which flows for a load, and a means to control supply of the RF from a predetermined time RF generator to a load by change of the load current.

[0006]

[Function] The potential difference and phase contrast between the coils in a matching box are detected, the load current is searched for based on it, supply for the load of a RF is controlled by change of the load current, and arc discharge is stopped.

[0007]



[Example] Hereafter, the example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing. Drawing 1 shows one example of this invention, and 1 is a high-frequency oscillator. The high frequency from high frequency oscillator 1 is supplied to a matching box 3 through an amplifier 2. The matching box 3 consists of a matching capacitor 4, a tuning capacitor 5, and a coil 6. The RF from a matching box 3 is supplied to a load 7. 8, 9, 10, and 11 are the division capacitors for detecting the potential between the ends of a coil 6, the signal proportional to the potential of one edge of a coil 6 is acquired from the pars intermedia of capacitors 8 and 9, and the signal proportional to the potential of the other-end section of a coil is acquired from the pars intermedia of capacitors 10 and 11. The signal of the midpoint of each capacitor is supplied to a calculator 12, and the current which flows for the load later mentioned in this calculator 12 is searched for.

[0008] 13 is a differential circuit and detects change of the current which flows for the load 7 called for by the calculator 12. The output of a differential circuit 13 is supplied to a timer 14, and a timer 14 generates a fixed period high-level signal according to the output of a differential circuit 13. 15 is an amplifier, amplifies the signal from a timer 14 and supplies it to a switching means 16. It connects with the output side of high frequency oscillator 1, the output of a timer 14 makes switch-on the switching means 16 between high level, and a switching means 16 grounds the output side of high frequency oscillator 1. Actuation of such a configuration is explained below.

[0009] The high-frequency power from a high-frequency oscillator 1 is amplified by amplifier 2, and is impressed to a load 7. In order to adjust the impedance by the side of a high-frequency oscillator and a load and to supply high frequency to a load 7 efficiently in that case, the matching capacitor 4 in a matching box 3 and the tuning capacitor 5 are adjusted, and impedance matching is performed. Here, how to search for the current which flows for a load 7 from the potential difference between the ends of the coil 6 in a matching box 3 is described.

[0010] Drawing 2 is the equal circuit of a matching box 3 and a load 7, and, as for the same part as drawing 1, the same number is attached. A load 7 consists of a capacitor 17 and resistance 18. Potential of the ends of a coil 6 is set to V2 and V3, and the current which flows for a load is set to I. The vector diagram of the electrical potential differences V2 and V3 in such an equal circuit and Current I is shown in drawing 3.

[0011] First, the process in which it asks for the impedance of a load is explained. The following formula is drawn from the vector diagram of drawing 3.

[0012]

[Equation 1]

$$\theta_1 = \cos^{-1} \frac{V_1}{V_2}$$

$$\theta_2 = \cos^{-1} \frac{V_1}{V_3}$$

$$\theta = \theta_1 + \theta_2$$

$$= \cos^{-1} \left[ \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{V_1}{V_3} - \sqrt{\left\{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}\right\} \left\{1 - \left(\frac{V_1}{V_3}\right)^2}\right\}} \right]$$

[0013] Consequently, V1 is expressed with a degree type.

[0014]

[Equation 2]

$$V_1 = \sqrt{\frac{(\cos \theta)^2 - 1}{\frac{2 \cos \theta}{V_2 \cdot V_3} - \left( \frac{1}{V_2^2} + \frac{1}{V_3^2} \right)}}$$

[0015] Next, the potential difference x of the potentials V2 and V3 of the ends of the coil 6 in the circuit of drawing 2 is expressed with a degree type.

[0016]

[Equation 3]

$$x = \sqrt{V_3^2 - V_1^2} + \sqrt{V_2^2 - V_1^2}$$

[0017] From a top type, the current I which flows into a load 7 is as follows.

[0018]

[Equation 4]

$$I = \frac{x}{\omega L} = \frac{1}{\omega L} \left( \sqrt{V_3^2 - V_1^2} + \sqrt{V_2^2 - V_1^2} \right)$$

[0019] A calculator 12 searches for the current I which flows into a load 7 based on this formula, and supplies this value to a differential circuit 13. Here, although the current which flows for a load momentarily will increase if it shifts to arc discharge from glow discharge in a load 7, as for a differential circuit 13, a pulse-like signal is generated based on this current change. A timer 14 generates a fixed period (for several seconds), and a high-level signal for the signal of the shape of a pulse from a differential circuit 13 as a trigger. This high-level signal is supplied to a switch 16 through an amplifier 15. With a switch 16, in order to pass to a ground by making into switch-on the period and the signal from an oscillator 1 with which the high-level signal is supplied, supply of the high-frequency power to a load 7 stops temporarily, consequently arc discharge stops. After fixed period termination, if supply of the high-level signal to a switch 16 is suspended, since a switch 16 will be in a cut off state and high-frequency power is supplied to a load 7, normal operation by glow discharge will be resumed again.

[0020] Although the current which flows for a load with the potential difference and the phase between the ends of a coil 6 was calculated in the above-mentioned example, the load current is also calculable with the electrical potential difference V0 of the input side of a matching box 3, and a current I0. Here, the vector diagram of the electrical potential difference V0 of the input side of a matching box 3, a current I0, the current I1 that flows to a capacitor 4, and the current I2 (=I) which flows for a load is shown in drawing 4 and drawing 5. When the phase of a current I0 precedes drawing 4 from the phase of an electrical potential difference V0, drawing 5 is the case of the reverse and theta is the phase contrast of an electrical potential difference V0 and a current I0 in these drawings. A degree type is drawn from these vector diagrams.

[0021]

[Equation 5]

$$\cos \theta = \frac{a}{I_0} \quad a = I_0 \cos \theta$$

$$\sin \theta = \frac{b}{I_0} \quad b = I_0 \sin \theta$$

$$c + b = I_1 \quad c = I_1 - b$$

$$\tan \theta = \frac{c}{a} \quad \theta = \tan^{-1} \frac{c}{a}$$

$$\cos \theta = \frac{a}{I_2} \quad I_2 = \frac{a}{\cos \theta}$$

$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{c}{a} \right)} \\ &= \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{I_1 - b}{I_0 \cdot \cos \theta} \right)} \\ &= \frac{I_0 \cdot \cos \theta}{\cos \left( \tan^{-1} \frac{V_0 \omega c_1 - I_0 \sin \theta}{I_0 \cdot \cos \theta} \right)} \end{aligned}$$

[0022] Since a calculator 12 searches for the load current and supplies that value to a differential circuit 13 by the top type, after it can detect generating of arc discharge in an instant and stops arc discharge also in this example, it can perform operation by normal glow discharge.

[0023]

[Effect of the Invention] As explained above, since the high frequency equipment based on this invention was constituted so that might detect the potential difference and phase contrast between the ends of the coil component in a matching box, the load current might be searched for based on it, supply for the load of high frequency might be controlled by change of the load current and arc discharge might be stopped, it can detect generating of arc discharge to accuracy, and can stop arc discharge.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the RF equipment which is one example of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing the equal circuit of a matching box and a load.

[Drawing 3] They are the electrical potential differences V2 and V3 in the circuit of drawing 2 , and drawing showing the vector diagram of Current I.

[Drawing 4] The vector diagram of the electrical potential difference V0 in the circuit of drawing 2 , a current I0, and currents I1 and I2 is shown.

[Drawing 5] The vector diagram of the electrical potential difference V0 in the circuit of drawing 2 , a current I0, and currents I1 and I2 is shown.

[Description of Notations]

1 High-frequency Oscillator

2 Amplifier

3 Matching Box

7 Load

12 Calculator

13 Differential Circuit

14 Timer

15 Amplifier

16 Switch

---

[Translation done.]

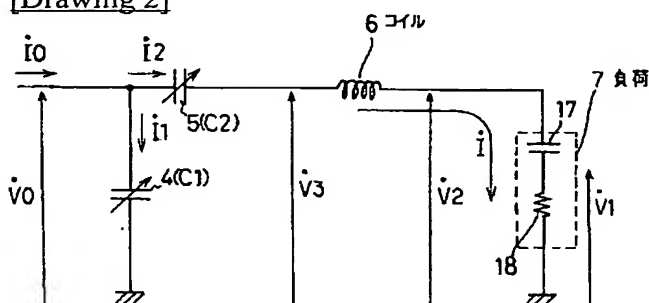
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

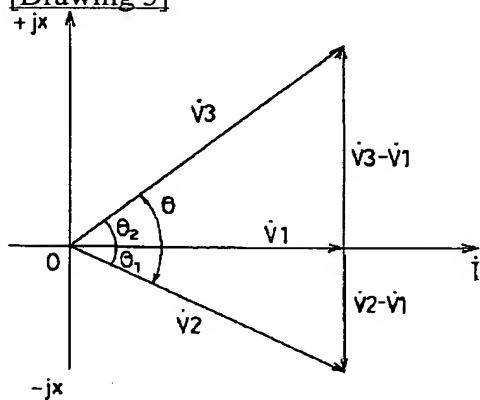
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

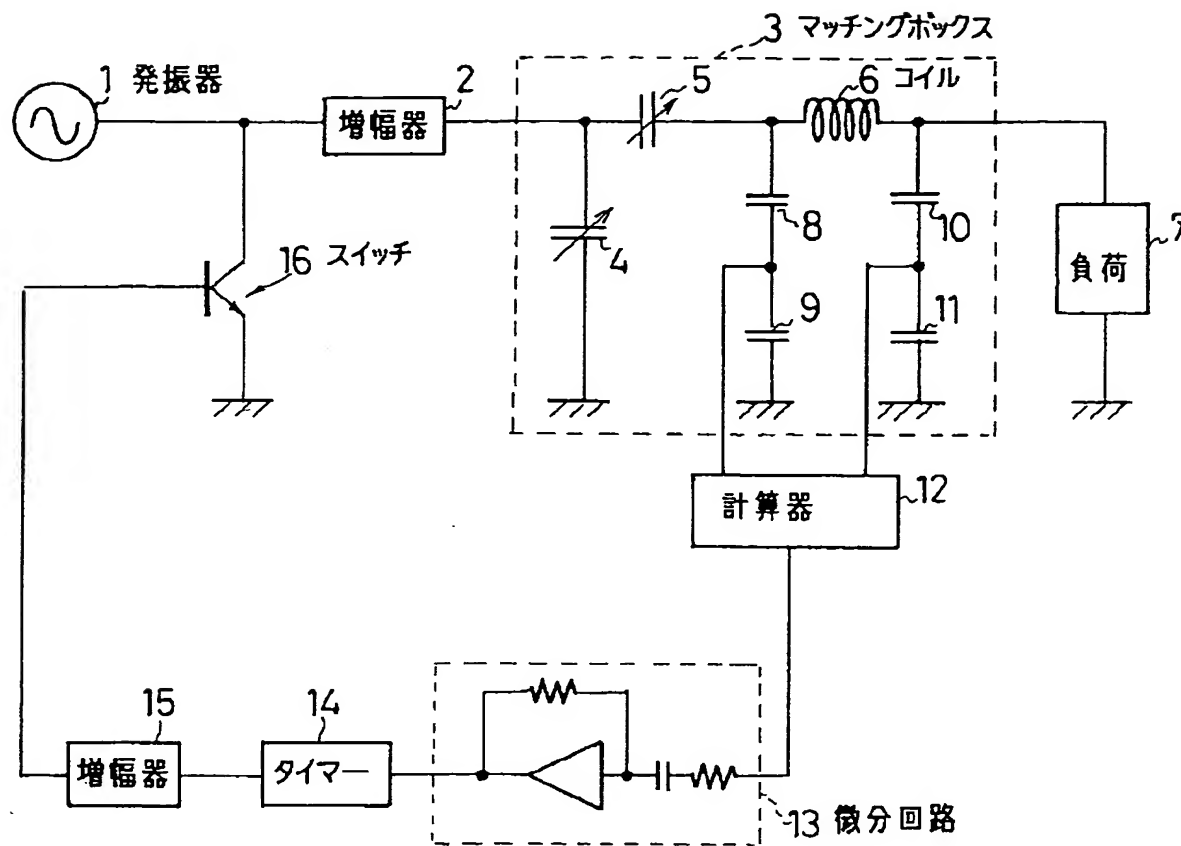
[Drawing 2]



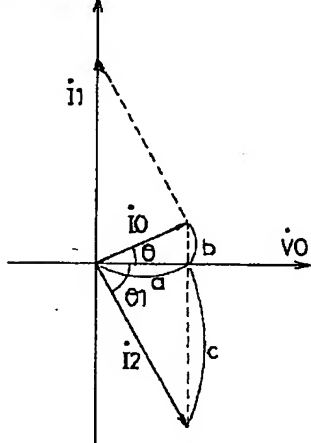
[Drawing 3]



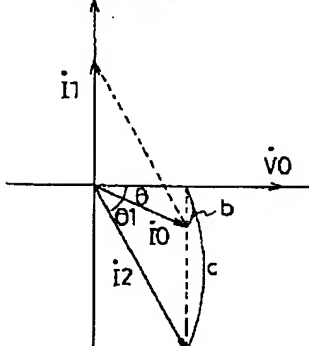
[Drawing 1]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]